

⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑪ Patentschrift
DE 3040572 C2

⑥ Int. Cl. 3:
F02F 3/26

② Aktenzeichen: P 30 40 572.2-13
③ Anmeldetag: 28. 10. 80
④ Offenlegungstag: 13. 5. 82
⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 10. 1. 85

DE 3040572 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦ Patentinhaber:

Alcan Aluminiumwerk Nürnberg GmbH, 6000
Frankfurt, DE

⑧ Erfinder:

Rösch, Fritz, Dipl.-Ing., 8540 Schwabach, DE

⑨ Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene
Druckschriften nach § 44 PatG:

DE-PS 21 24 595
DE-AS 23 27 551
DE-OS 28 33 873

⑩ Kolben aus Leichtmetall für Brennkraftmaschinen mit einer im Kolbenboden angeordneten Brennraummulde

BEST AVAILABLE COPY

DE 3040572 C2

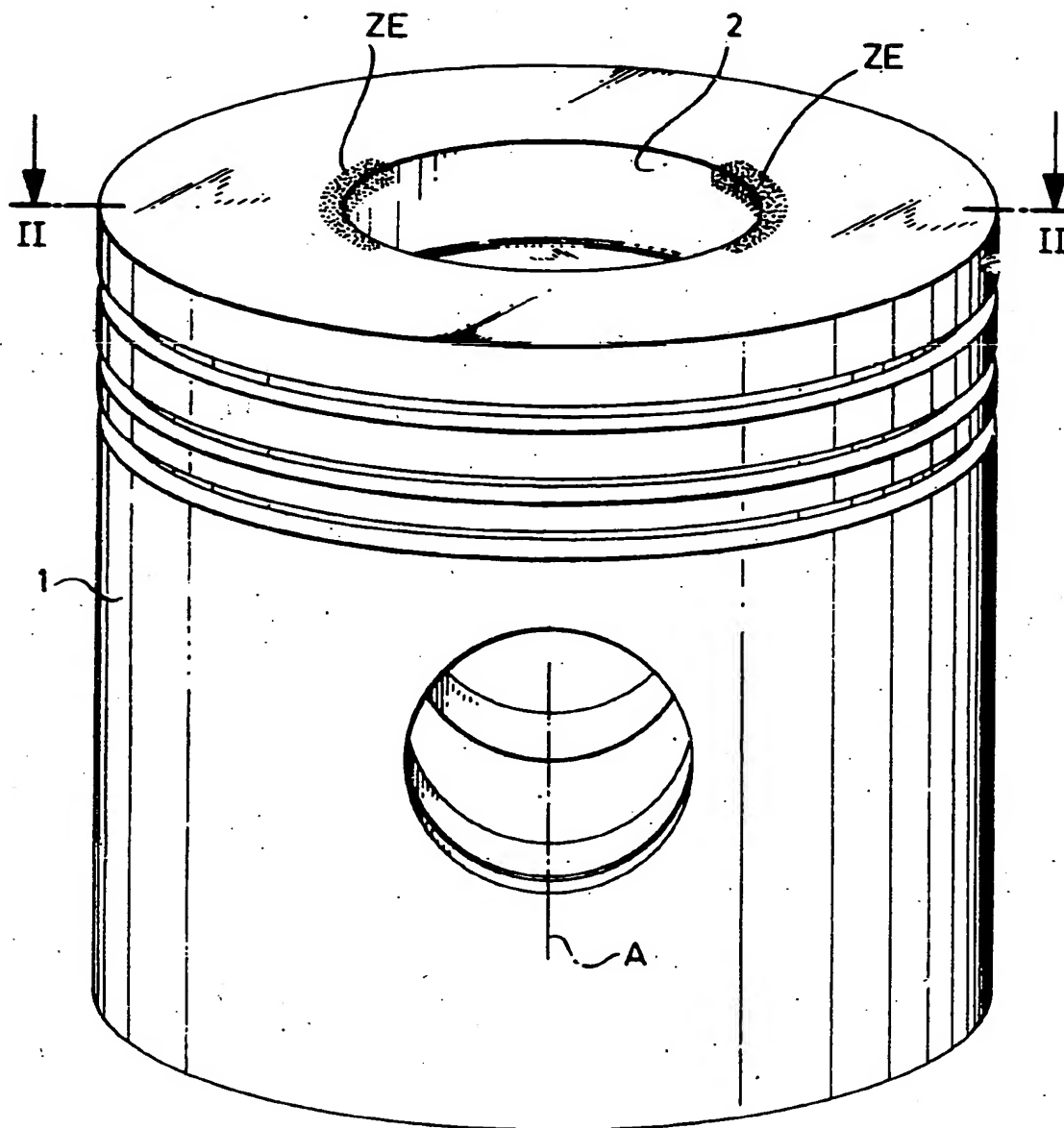


FIG. 1

1. Leichtmetall-Kolben für Brennkraftmaschinen mit einer Brennraummulde, wobei der Werkstoff des Muldenrandbereiches durch Umschmelzen mittels eines Ladungsträgerstrahls behandelt ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff in den an den Muldenrand unmittelbar angrenzenden Bereichen dort umgeschmolzen ist, wo unter Betriebsbedingungen im Muldenrand Druckspannungen auftreten und/oder der Werkstoff in einem Bereich mit radialem Abstand vom Muldenrand dort umgeschmolzen ist, wo in dem zugeordneten Muldenrand unter Betriebsbedingungen Zugspannungen entstehen.

2. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Umschmelzbehandlung auf einer oder beiden Seiten der Kolbenbolzenachse im Bereich von 20° bis 160°, vorzugsweise von 40° bis 140° zur Kolbenbolzenachse, bis an die endgültige Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung heranreicht (Fig. 4).

3. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Umschmelzbehandlung oberhalb eines oder beider Bolzenaugen auf einer oder beiden Seiten der Kolbenbolzenachse im Bereich von 0° bis 60°, vorzugsweise von 0° bis 45° zur Bolzenachse, innerhalb des Werkstoffes des Kolbenbodens mit Abstand von der endgültigen Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung durchgeführt ist (Fig. 5).

4. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Umschmelzbehandlung in einem, in zwei, in drei oder in allen vier Sektoren der Brennraummuldenbegrenzung so ausgeführt ist, daß in dem Bereich zwischen 45° und 90° zur Kolbenbolzenachse die Umschmelzzone bis an die endgültige Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung heranreicht, und in dem Bereich zwischen 0° und 45° zur Kolbenbolzenachse die Umschmelzzone innerhalb des Werkstoffes des Kolbenbodens mit Abstand von der endgültigen Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung liegt (Fig. 6).

5. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Umschmelzbehandlung in einem, in zwei, in drei oder in allen vier Sektoren der Brennraummuldenbegrenzung so ausgeführt ist, daß die Umschmelzzone in dem Bereich zwischen 45° und 90°, vorzugsweise zwischen 50° und 90° zur Kolbenbolzenachse, bis an die endgültige Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung reicht, und in dem Bereich zwischen 0° und 45°, vorzugsweise zwischen 0° und 40° zur Kolbenbolzenachse, die Umschmelzzone innerhalb des Werkstoffes des Kolbenbodens mit Abstand von der endgültigen Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung liegt, wobei im Zwischenbereich die beiden Umschmelzonen in kurvenförmigem oder geradem Verlauf ineinander übergehen (Fig. 7).

6. Kolben nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennraummuldenbegrenzung einer Umschmelzbehandlung unterzogen ist, bei der die Umschmelzzone entlang einer Kurvennorm verläuft, so daß im Bereich quer zur Kolbenbolzenachse die Umschmelzzone bis an die endgültige Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung reicht, während sie im Bereich über den Bolzenaugen innerhalb des Werkstoffes des Kolbenbodens mit Abstand von

Die Erfindung betrifft einen Kolben aus Leichtmetall für Brennkraftmaschinen mit einer im Kolbenboden angeordneten Brennraummulde, wobei der Werkstoff des Muldenrandbereiches durch Umschmelzen mittels eines Ladungsträgerstrahls behandelt ist.

An der DE-PS 21 24 595 ist ein Leichtmetallkolben mit einer im Kolbenboden angeordneten Brennraummulde entnehmbar, der nach einem Verfahren hergestellt wird, das darin besteht, daß — ausgehend von einem Vorwerkstück, dessen Brennraummulde um eine Bearbeitungszugabe in radialer Richtung verkleinert ist — der Bereich des späteren Brennraummuldenrandes durch Umschmelzen mittels eines Ladungsträgerstrahles veredelt wird, in dem zwei oder drei untereinander und zum Brennraummuldenrand parallel verlaufende, sich teilweise überdeckende Umschmelznähte mittels eines quer zu deren Verlauf bzw. kreisförmig oder elliptisch schwingenden Ladungsträgerstrahles erzeugt werden, und daß danach der Brennraummuldenrand durch Entfernen der Bearbeitungszugabe freigelegt wird.

Ziel dieser bekannten Umschmelzbehandlung ist es, einen für das Beanspruchungsniveau an der Brennraummuldenbegrenzung besser geeigneten Werkstoffzustand zu erreichen, d. h. den Werkstoff in der Begrenzungszone der Brennraummulde dadurch zu veredeln, daß dem Werkstoff ein anderes, insbesondere feinkörnigeres Gefüge, eine höhere Festigkeit und eine größere Dehnfähigkeit verliehen wird. Beim Umschmelzverfahren entstehen jedoch im umgeschmolzenen Werkstoff Eigenspannungszustände, die sich nachteilig auf die Rißneigung des umgeschmolzenen Werkstoffes in der Begrenzungszone der Brennraummulde auswirken. Der Kolbenboden und damit auch die Begrenzungszone der Brennraummulde unterliegen nämlich während des Betriebes ungleichmäßigen, sich überlagernden mechanischen und thermischen Belastungen. So verformt sich der Kolbenboden unter dem Zünddruck im Bereich der Mittelebene senkrecht zur Kolbenbolzenachse konkav mit der Folge des Entstehens von Druckspannungen und im Bereich der Mittelebene durch die Kolbenbolzenachse konvex mit der Folge des Auftretens von Zugspannungen. Im Bereich des Brennraumrandes, der mit heißen Gasen unmittelbar beaufschlagt wird, entstehen zusätzlich höhere thermische Belastungen als im übrigen Bereich des Kolbenbodens (vgl. zu dieser Problematik z. B. DE-OS 28 33 873).

Nachdem bei dem bekannten Verfahren der Werkstoff in der gesamten Begrenzungszone der Brennraummulde gleichmäßig umgeschmolzen wird, wirken sich in dem Fall, in dem aufgrund des Umschmelzvorgangs Zugeigenspannungen im Werkstoff erzeugt werden, diese Zugeigenspannungen in den Bereichen der Begrenzungszone der Brennraummulde, in denen betriebsbedingte Zugspannungen auftreten, negativ aus, während in dem Fall, in dem das Schmelzverfahren im Werkstoff Druckeigenspannungen hervorruft, diese Druckeigenspannungen in denjenigen Bereichen schädliche Folgen haben können, die unter Betriebsbedingungen Druckspannungen unterworfen sind. Die gleichgerichteten Eigenspannungen addieren sich dann nämlich zu den betriebsbedingten thermischen und mechanischen Spannungen mit der Wirkung einer noch höhere-

ren Belastung des Materials und damit einer erhöhten Gefahr der Rißbildung in der Begrenzungszone der Brennraummulde.

Demgegenüber ist es Aufgabe der Erfindung, bei einem gattungsgemäßen Kolben zum Zwecke der Vermeidung von Muldenrandrissen in den Bereichen des Brennraummuldenrandes, in welchen unter Betriebsbedingungen Druckspannungen entstehen, Zugeigenspannungen und/oder in den Bereichen des Muldenrandes, in denen unter Betriebsbedingungen Zugspannungen auftreten, Druckeigenspannungen zu erzeugen.

Diese Aufgabe wird bei einem Kolben der vorausgesetzten Art dadurch gelöst, daß der Werkstoff in den an den Muldenrand unmittelbar angrenzenden Bereichen dort umgeschmolzen ist, wo unter Betriebsbedingungen im Muldenrand Druckspannungen auftreten und/oder der Werkstoff in einem Bereich mit radialem Abstand vom Muldenrand dort umgeschmolzen ist, wo in dem zugeordneten Muldenrand unter Betriebsbedingungen Zugspannungen entstehen.

Die erfindungsgemäße Lösung ist danach dadurch gekennzeichnet, die Eigenspannungen des Werkstoffes in der Begrenzungszone der Brennraummulde des Kolbens so einzustellen, daß diese den unter Betriebsbedingungen in den jeweiligen Bereichen auftretenden mechanischen und/oder thermischen Spannungen entgegenwirken, so daß die Gesamtbelastung des Werkstoffes in der Begrenzungszone der Brennraummulde erniedrigt wird mit der Folge einer weitgehenden Vermeidung der Gefahr der Rißbildung im Bereich der Begrenzungszone der Brennraummulde.

Entsprechend der Erfindung wird in der Begrenzungszone der Brennraummulde der Umschmelzvorgang so vorgenommen, daß die dadurch entstehenden Eigenspannungen den betriebsbedingten Spannungen entgegenwirken, oder die Umschmelzbehandlung nur in Bereichen durchgeführt wird, in denen die dadurch auftretenden Eigenspannungen im Werkstoff nicht gleichsinnig zu den unter Betriebsbelastungen auftretenden thermischen und mechanischen Spannungen wirken. So dürfen z. B. in Bereich der Mittelebene durch die Kolbenbolzenachse keine Zugeigenspannungen ergebende Umschmelzbehandlungen durchgeführt werden, weil in diesem Bereich gerade betriebsbedingte Zugspannungen auftreten. Andererseits liegt das Gebiet im Überströmungsbereich der Verbrennungsgase aus der Wirbelkammer bei Motoren mit indirekter Einspritzung in der Mittelebene des Kolbens senkrecht zur Kolbenbolzenachse in einer Zone mit Druckspannungen. In dieser Zone sind durch den Umschmelzvorgang entstehende Zugeigenspannungen geeignet, die Rißneigung des Kolbens zu vermindern.

Um den Betriebsspannungen durch die durch den Umschmelzvorgang erzeugten Eigenspannungen des Werkstoffes besonders gut entgegenzuwirken, können Größe und Verlauf der Eigenspannungen diametral zu Größe und Verlauf der Betriebsspannungen gewählt und eingestellt werden.

Zwar ist es durch die DE-AS 23 27 551 bekannt, daß die mechanisch und thermisch bedingten Spannungen am Muldenrand des Brennraumes eines Kolbens so zusammenwirken, daß dieser über seinen Umfang sehr unterschiedlich belastet ist. Die bekannte Lösung besteht aber darin, zur Aufnahme dieser Belastungen selektiv Bewehrungselemente im Bereich des Muldenrandes des Kolbens einzusetzen. Demgegenüber unterscheidet sich die Erfindung grundsätzlich dadurch, daß im Werkstoff des Kolbens entsprechend selektiv Zugei-

genspannungen und Druckeigenspannungen erzeugt werden.

Zweckmäßige Ausbildungen bzw. Varianten des erfindungsgemäßen Kolbens ergeben sich aus den übrigen Patentansprüchen und im Zusammenhang mit der Beschreibung von Ausführungsbeispielen.

Es ist von Vorteil, wenn im betriebsbedingten Druckspannungsbereich des Kolbenbodens die Umschmelzbehandlung auf einer oder beiden Seiten der Kolbenbolzenachse im Bereich von 20° bis 160°, vorzugsweise von 40° bis 140° zur Kolbenbolzenachse, bis an die endgültige Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung heranreicht (Fig. 4).

Für den betriebsbedingt mit Druckspannungen belasteten Bereich des Kolbenbolzens ist es hingegen von Vorteil, daß die Umschmelzbehandlung oberhalb eines oder beider Bolzenaugen auf einer oder beiden Seiten der Kolbenbolzenachse im Bereich von 0° bis 60°, vorzugsweise von 0° bis 45° zur Bolzenachse, innerhalb des Werkstoffes des Kolbenbodens mit Abstand von der endgültigen Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung durchgeführt ist (Fig. 5). Bei dieser Vorgehensweise erzeugen die im umgeschmolzenen Werkstoffbereich erzeugten Zugeigenspannungen in dem die endgültige Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung darstellenden Werkstoffbereich Druckeigenspannungen, die in gewünschtem Maße den betriebsbedingten Zugspannungen entgegenwirken.

Um sowohl den betriebsbedingten Zug- als auch Druckspannungen in vorteilhafter Weise entgegenzuwirken, empfiehlt es sich, daß die Umschmelzbehandlung in einem, in zwei, in drei oder in allen vier Sektoren der Brennraummuldenbegrenzung so ausgeführt ist, daß in dem Bereich zwischen 45° und 90° zur Kolbenbolzenachse die Umschmelzzone bis an die endgültige Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung heranreicht, und in dem Bereich zwischen 0° und 45° zur Kolbenbolzenachse die Umschmelzzone innerhalb des Werkstoffes des Kolbenbodens mit Abstand von der endgültigen Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung liegt (Fig. 6).

Zur Erzielung der angesprochenen Verteilung von Zugeigenspannungen und Druckeigenspannungen ist es ferner von Vorteil, daß die Umschmelzbehandlung in einem, in zwei, in drei oder in allen vier Sektoren der Brennraummuldenbegrenzung so ausgeführt ist, daß die Umschmelzzone in dem Bereich zwischen 45° und 90°, vorzugsweise zwischen 50° und 90° zur Kolbenbolzenachse, bis an die endgültige Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung reicht und in dem Bereich zwischen 0° und 45°, vorzugsweise zwischen 0° und 40° zur Kolbenbolzenachse, die Umschmelzzone innerhalb des Werkstoffes des Kolbenbodens mit Abstand von der endgültigen Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung liegt, wobei im Zwischenbereich die beiden Umschmelzonen in kurvenförmigem oder geradem Verlauf ineinander übergehen (Fig. 7).

Schließlich kann es zur Erreichung der angesprochenen Wirkungsweise zweckmäßig sein, daß die Brennraummuldenbegrenzung einer Umschmelzbehandlung unterzogen ist, bei der die Umschmelzzone entlang einer Kurvenform verläuft, so daß im Bereich quer zur Kolbenbolzenachse die Umschmelzzone bis an die endgültige Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung reicht, während sie im Bereich über den Bolzenaugen innerhalb des Werkstoffes des Kolbenbodens mit Abstand von der endgültigen Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung liegt (Fig. 8).

Es kann sich, wie allgemein üblich, empfehlen, die Brennraummulde des zu bearbeitenden Kolben-Rohlings um eine Bearbeitungszugabe in radialer Richtung zu verkleinern und nach der Umschmelzbehandlung die Bearbeitungszugabe entsprechend, z. B. durch Fräsen, zu entfernen, und zwar u. U. in dem Fall, in dem der umgeschmolzene Werkstoff die endgültige Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung bilden soll.

Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Kolben werden anhand der Zeichnungen näher erläutert.

In sämtlichen Figuren ist der Kolben insgesamt mit 1, die Brennraummulde mit 2 und die Kolbenbolzenachse mit A bezeichnet. Die umgeschmolzenen Werkstoffbereiche, in denen Zugeigenspannungen entstehen, sind mit ZE markiert, während die Werkstoffbereiche, in denen Druckeigenspannungen erzeugt werden, mit DE bezeichnet sind.

Die Fig. 1 und 2 zeigen einen Kolben, bei dem in der Begrenzungszone der Brennraummulde 2 in den Bereichen, in denen betriebsbedingt Druckspannungen entstehen, d. h. in der Mittelebene senkrecht zur Kolbenbolzenachse A, eine Zugeigenspannungen erzeugende Umschmelzbehandlung vorgenommen worden ist.

In Fig. 3 ist ein Kolben dargestellt, bei dem eine Umschmelzbehandlung in Bereichen der Begrenzungszone der Brennraummulde 2 vorgenommen worden ist, in denen unter Betriebsbelastung Zugspannungen entstehen. Diese Bereiche liegen oberhalb der Kolbenbolzenachse A.

Fig. 4 zeigt die Draufsicht auf den Kolbenboden eines Kolbens, bei dem in von betriebsbedingten Druckspannungen beaufschlagten Bereichen der Begrenzungszone der Brennraummulde 2 eine Umschmelzung des Werkstoffes unter Erzielung von Zugeigenspannungen vorgenommen worden ist. Dabei bilden die umgeschmolzenen Werkstoffzonen nach der Fertigbearbeitung unmittelbar die endgültige Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung. Es sind ferner in Fig. 4 die bevorzugten Dimensionierungen der umgeschmolzenen Werkstoffzonen eingetragen.

Fig. 5 stellt die Draufsicht auf den Kolbenboden eines Kolbens dar, bei dem in den Bereichen, die betriebsbedingt Zugspannungen unterliegen, d. h. in etwa in der Mittelebene durch die Kolbenbolzenachse A, Druckeigenspannungen erzeugt werden. Dies erfolgt dadurch, daß in den angegebenen Bereichen Werkstoffzonen umgeschmolzen werden, die im Abstand von der endgültigen Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung liegen. Auf diese Weise erzeugen die in den umgeschmolzenen Werkstoffzonen hervorgerufenen Zugeigenspannungen in den die endgültige Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung bildenden Werkstoffzonen Druckeigenspannungen, die im Betrieb den betriebsbedingten Zugspannungen entgegenwirken.

Fig. 6 zeigt die Draufsicht auf den Kolbenboden eines Kolbens, bei dem die Umschmelzbehandlung in einem Sektor der Brennraummuldenbegrenzung so ausgeführt worden ist, daß in dem Bereich zwischen 45° und 90° zur Kolbenbolzenachse A die Zugeigenspannungen aufweisende umgeschmolzene Werkstoffzone ZE bis an die endgültige Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung heranreicht und in dem Bereich zwischen 0° und 45° zur Kolbenbolzenachse die umgeschmolzene Werkstoffzone im Abstand von der endgültigen Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung liegt mit der Folge, daß die Zugeigenspannungen in der angesprochenen umgeschmolzenen Werkstoffzone in der daran angrenzenden Werkstoffzone, die zumindest

teilweise die endgültige Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung darstellt, Druckeigenspannungen DE hervorrufen.

Die Fig. 7 stellt die Draufsicht auf den Kolbenboden eines Kolbens dar, bei dem die angesprochenen Umschmelzbereiche in einem Zwischenbereich entweder kurvenförmig oder geradlinig ineinander übergehen. Darüber hinaus sind bevorzugte Bereichsgrenzen angegeben.

Schließlich zeigt die Fig. 8 die Draufsicht auf den Kolbenboden eines Kolbens, bei der die Umschmelzzone entlang der Brennraummuldenbegrenzung in einer Kurvenform derart verläuft, daß im Bereich quer zur Kolbenbolzenachse die Umschmelzzone bis an die endgültige Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung reicht, während sie im Bereich der Kolbenbolzenachse innerhalb des Werkstoffes des Kolbenbodens mit Abstand von der endgültigen Oberfläche der Brennraummuldenbegrenzung liegt.

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

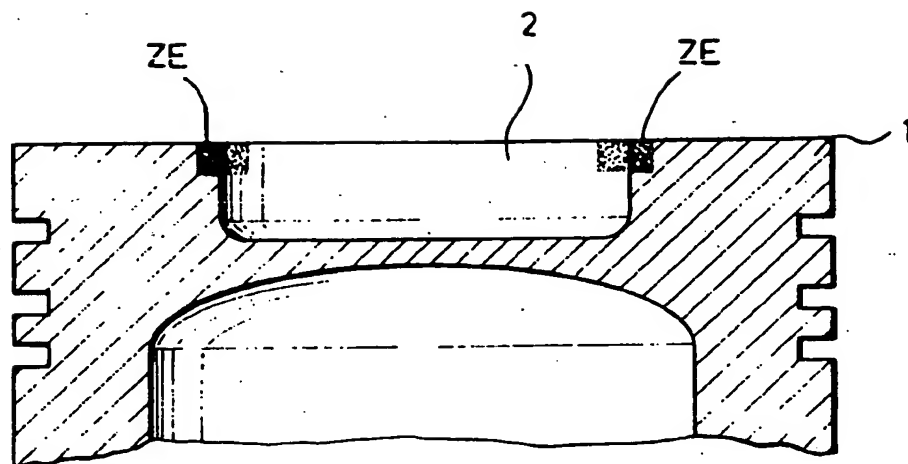


FIG.2

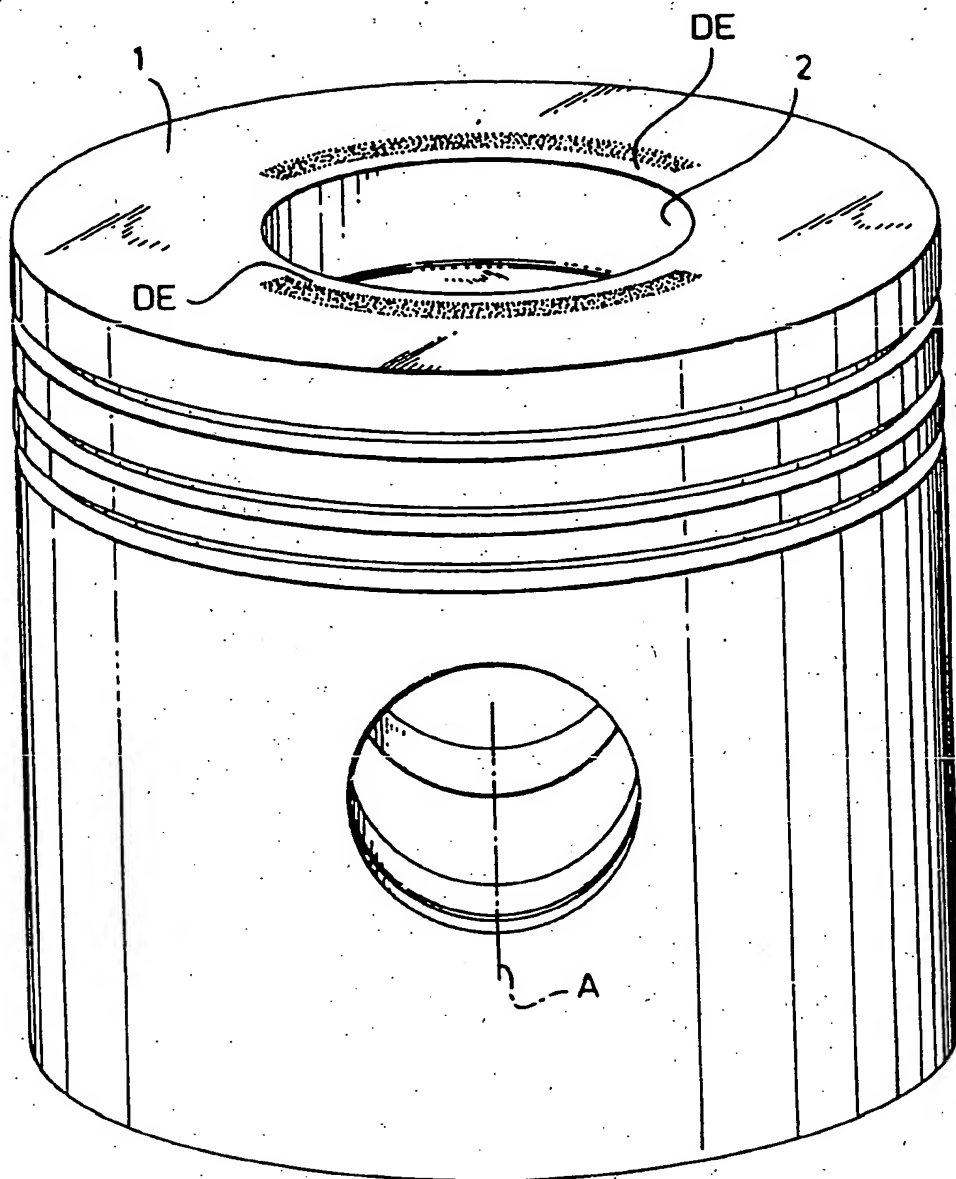


FIG. 3

FIG. 4

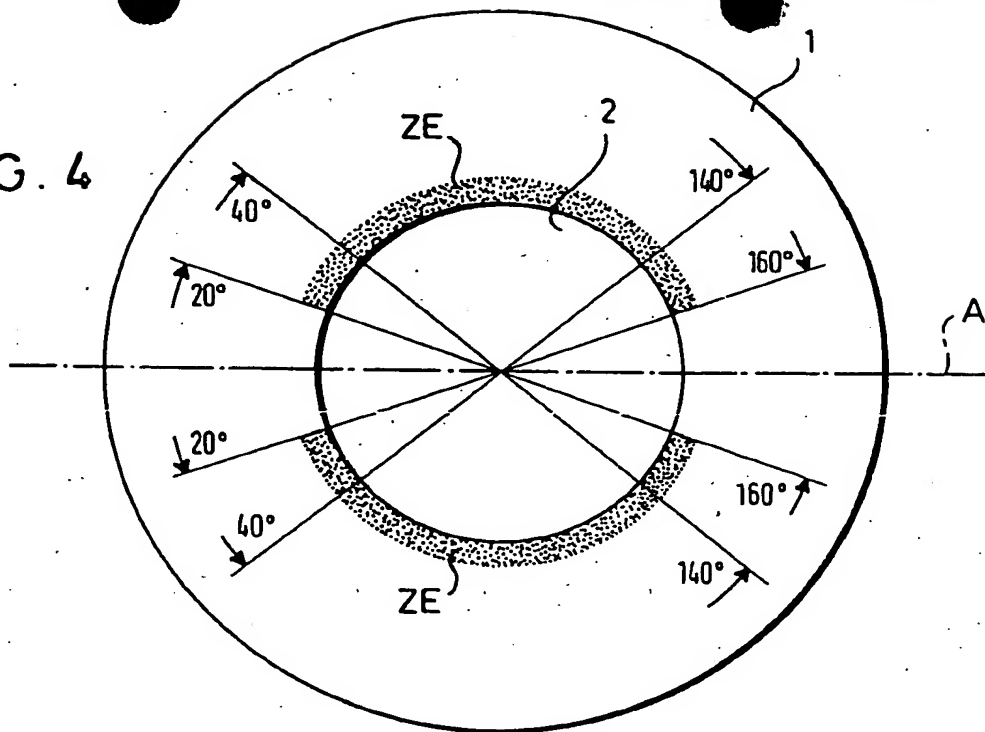


FIG. 5

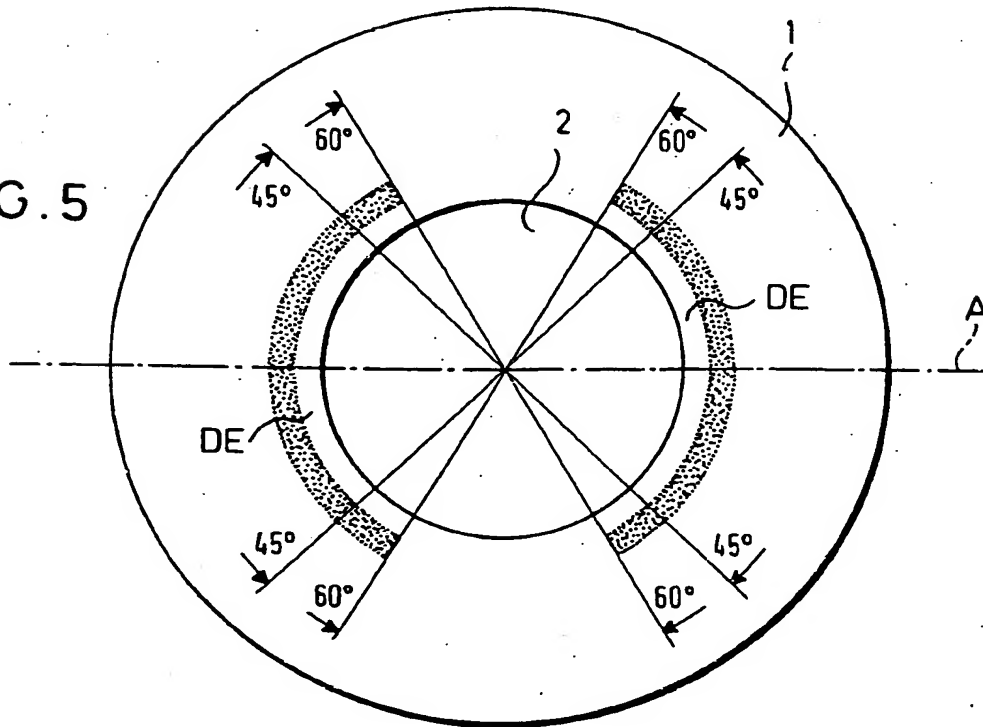


FIG. 6

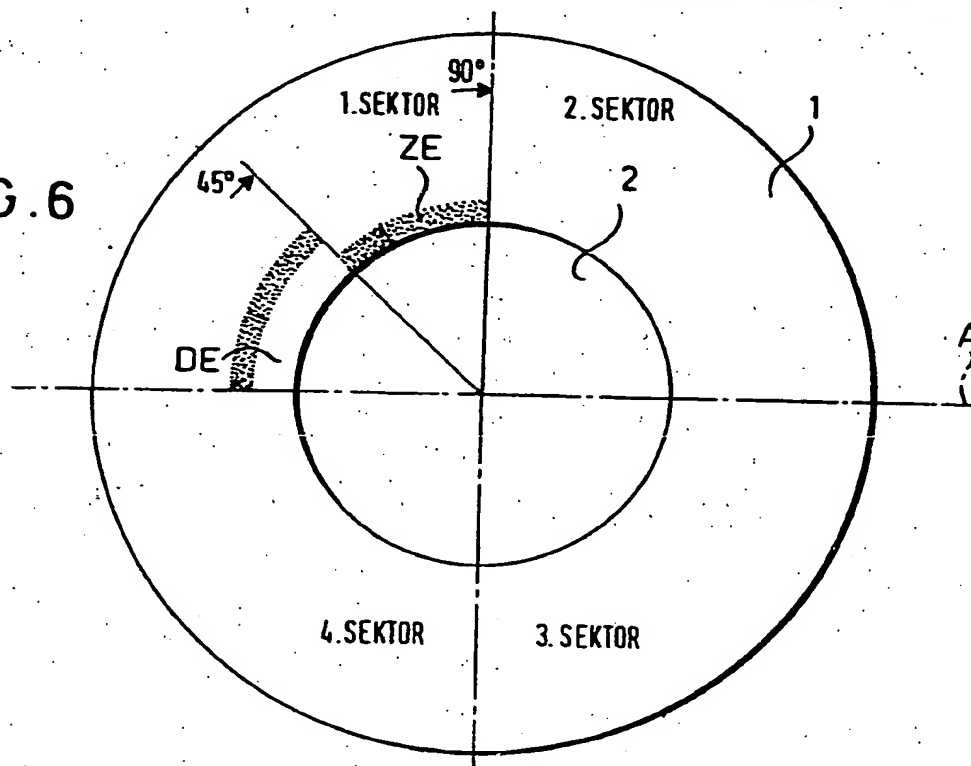
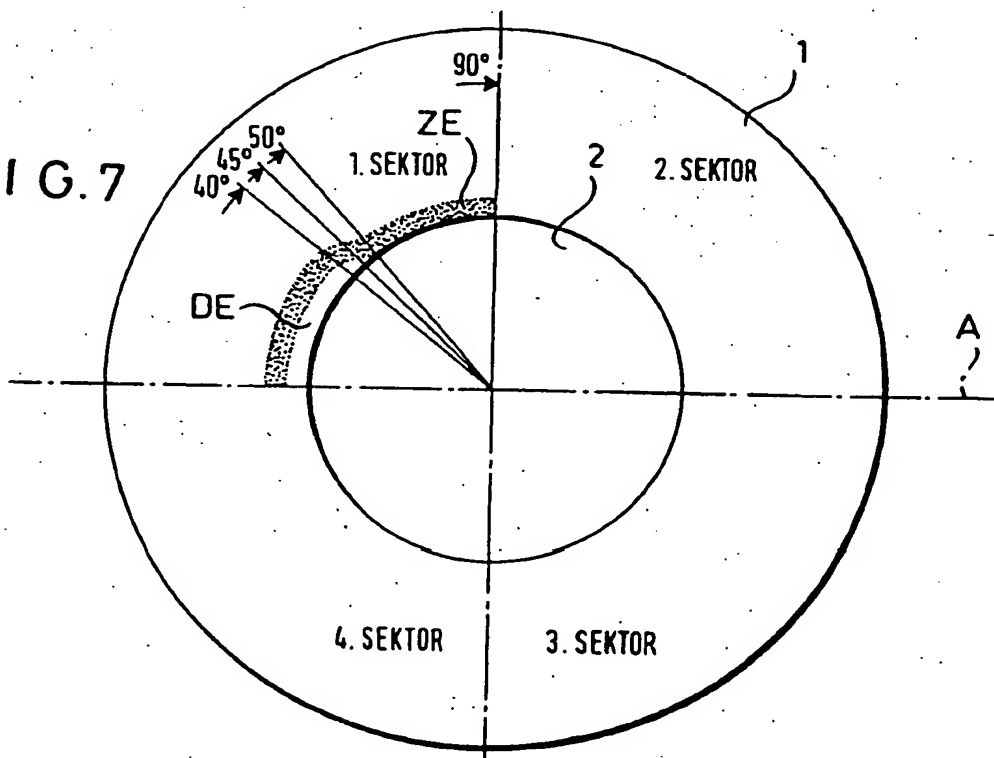


FIG. 7



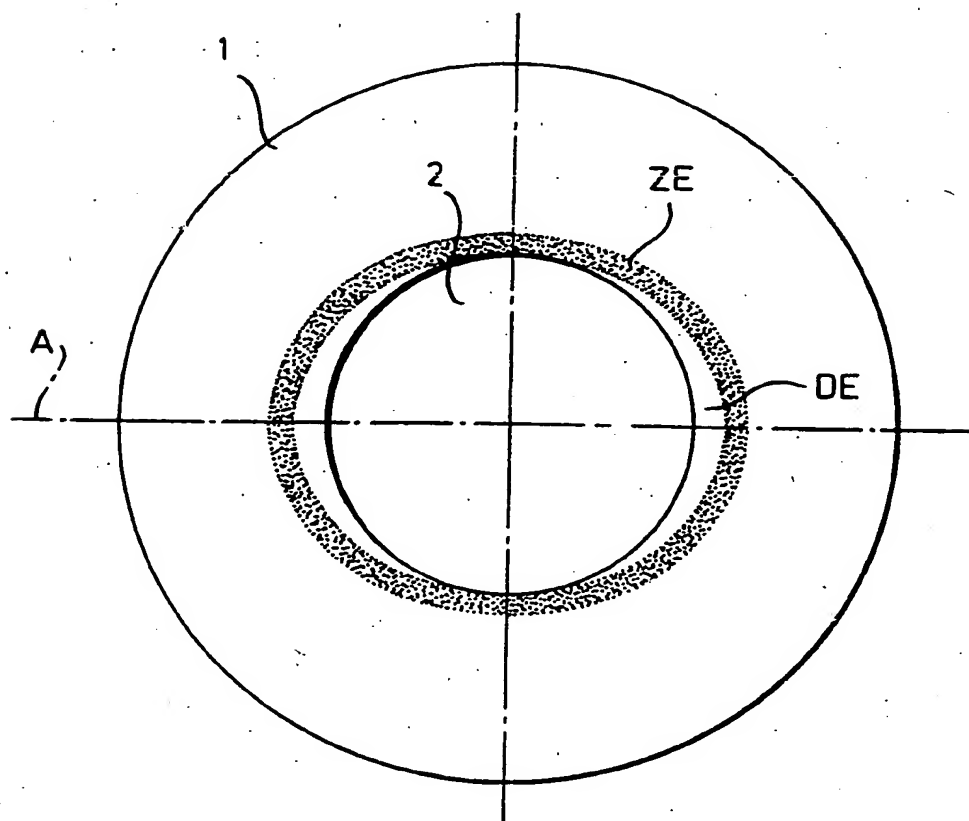


FIG. 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)